2022 あいち環境塾中級コース

テーマ名：
廃棄物系バイオマスを利用した
バイオマスプラスチックペレットの
製造から販売まで

中級コース
氏名：佐橋　拓弥（あいち環境塾１５期生）
プログラムマネージャー：小林　敬幸
アドバイザリー講師：奥岡　桂次郎
窪田　光宏

1.　現状の把握と事業のきっかけ

現状のなりゆきの姿で経済優先の世界が進んでいけば、地球温暖化が加速的に進んでいき、気候変動等の影響で現状の生活を維持することが出来なくなるということが盛んに言われている。経済活動を維持しつつこの現状を打開するためには、各企業が環境とビジネス両方を考えた環境ビジネスに挑戦することが急務である。

プラスチックは今や生活に欠かすことのできない素材であるが、石油原料から生成されているために多くの CO_2 を排出してしまうという問題点を抱えている。

その様な社会問題を解決しようと、環境省や愛知県[※1]でもバイオマスプラスチックを推進する動きがある。愛知県ではあいちサーキュラーエコノミー推進プランが策定され、その中でもバイオマスプラスチックがモデル事業の対象分野の１つとして挙げられている。

その様な中、私の所属するサハシ特殊鋼株式会社の営業部長が２年前のあいち環境塾の基礎コースに参加しており、そこでバイオマスプラスチック事業を長年手掛け、素晴らしい技術を有している方との出会いがあった。

試作に追われてなかなか量産が出来ず困っているという話や、製造工程で粉体化が鍵になるというお話を伺ったが、ちょうど自社が 2017 年より環境機器分野に進出して粉体化装置[※2]で特許を持っておりシナジー効果が見込めそうだという算段もあり、意気投合してバイオマスプラスチックの共同事業を始めるに至った。

2.　バイオマスプラスチックとは

バイオマスプラスチックとは「一部または全部を植物由来の原料から作ったプラスチック製品」のことであり、石油を原料とするプラスチックの量を削減出来る素材として昨今注目を集めている。

バイオマスプラスチックの中で最もよく見かけるのはレジ袋などで、最近では多くのスーパーや薬局などでバイオマスプラスチックのレジ袋が並んでおり、他にも食品容器や人工芝など色々な身近なものに使われている。
2005 年の愛知県で開催された愛・地球博ではバイオマスプラスチックの食品容器が取り扱われて、話題となった。

3.　製造フロー

次に自社のバイオマスプラスチックの製造フローの概要を下記の図１に示す。

原料としては主に２つあり、１つは事業場などで出た廃棄予定のバイオマス材を利用する。

これは例えば古紙であったり、コーヒー粕であったり、木の端材であったり、竹であったり、と色々な場合がある。
　もう１つの原料はプラスチックであり、こちらは強度を出すためにバージンのポリプロピレンを用いることが多いが、ポリエチレンなど他の原料を使う場合もある。
　また最近ではバージンではない再利用のプラスチックを用いる取り組みも進めている。
　割合としてはバイオマス材の割合が２割～最大５割ほどとなり、これらの２つの材料を混ぜ合わせて押出機に入れてることで、粒上のペレットを作り、ペレットを成形機に投入することで身近にあるプラスチック製品が作られている。

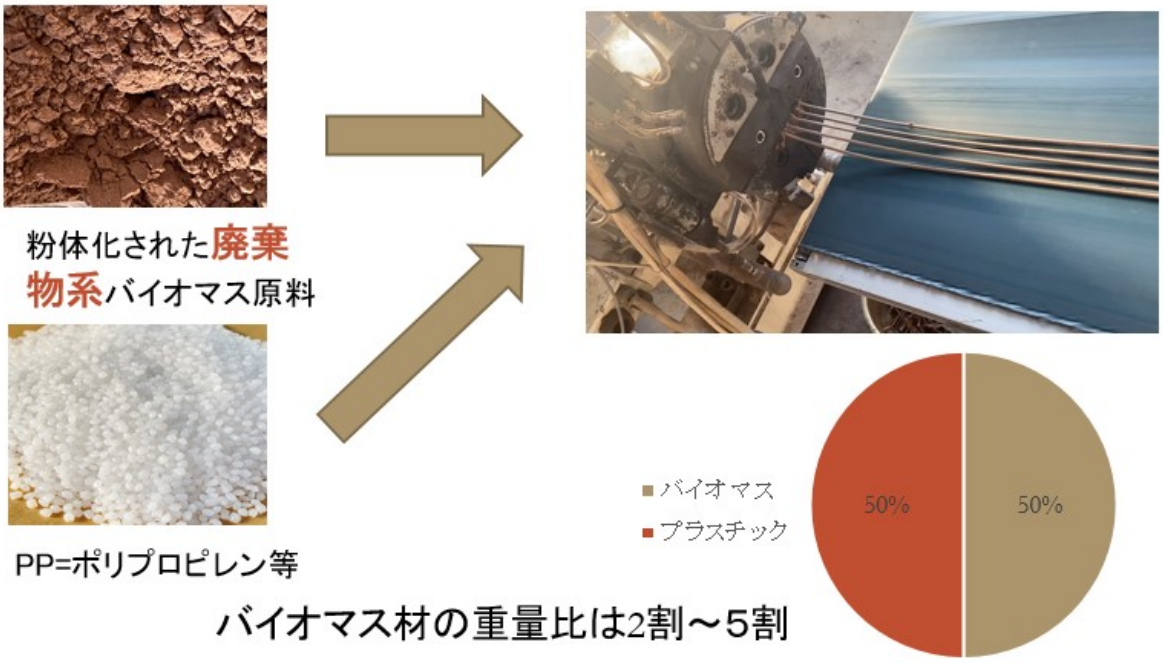

図 1 自社バイオマスプラスチックの製造フロー

　他社のバイオマスプラスチックペレットの製造法と比較した際、粉体化せずにペースト状に溶かして混ぜ合わせるという方式が一般的であるが、バイオマス材料を「粉体化」してプラスチックと混ぜるというのが特徴である。
　その製法による性能の違いは次の 4. 独創性で述べる。

4.　独創性
　自社ペレットの特徴としては、海外から輸入したバイオマスチップなどではなく、国内の事業場などと提携して、事業場などから出る廃棄予定のバイオマス材を原料とする点が挙げられる。
　また単一の原料しか扱わない業者が多い中で、多種多様な原料に対応出来る点が挙げられる。今までにコーヒー粕やブドウ粕、竹、バークと呼ばれる木の皮、木粉、紙など多くの原料で試作を作った実績がある。最近では紙オムツを原料とするペレットの試作、および強度試験を行った。
　この他、バイオマス材を粉体化して混ぜ合わせるという少し変わった製法をとっているため、よく流通しているビニール袋などの柔らかい製品だけでなく、トレーなどの硬い製品が作れるという点が特徴である。

5.　環境負荷低減効果
　自社のバイオマスプラスチックの環境負荷低減効果としては、まずはバージンプラスチックの

生産量が削減出来る点が挙げられる。これは同じ量のプラスチック製品を作ることを想定した場合、原料の最大半分をバイオマス材料に置き換えられるからである。
　また、同じ量のプラスチックペレットを作ろうとした際に放出される CO_2 の排出量が少ないため、CO_2 削減にも貢献が可能である。
　下記の図２は自社から出荷したペレットを加工するプラスチックメーカーの調べであるが、通常のプラスチックをそのまま使う場合に比べて、バイオマス材を 50%含むバイオマスプラスチックの場合は 30%程度 CO_2 の発生量が少なくなっていることが分かる。
　また、廃棄予定のバイオマス資源を再利用して使うため、廃棄物量の削減にも貢献できる。
　さらに、焼却予定のバイオマス材を用いることで炭素を固定化することも可能である。

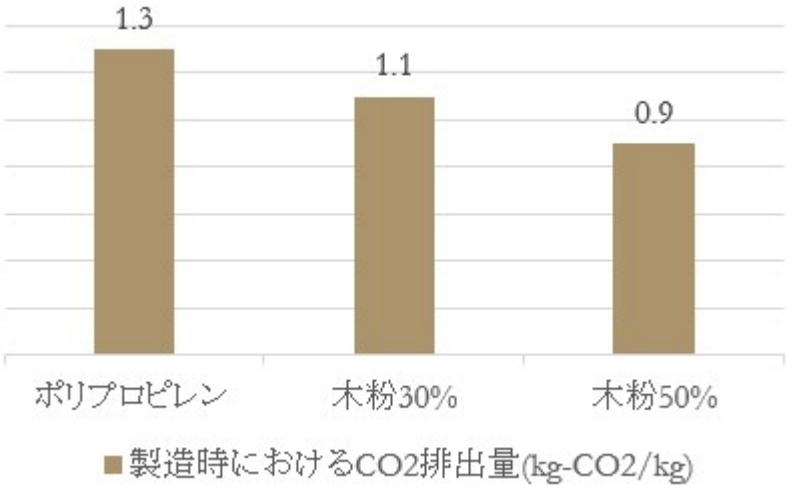

図 2　プラスチック製造時における CO_2 排出量(出荷先のプラスチックメーカー調べ)

6.　市場規模、価格の優位性
　市場規模的にどれくらいの CO_2 削減が見込めるかという点について、仮に多くの工場で排出される木パレットをバイオマスプラスチックとして再利用するという例を考えた場合、推定の国内廃棄量が年約 70 万 t と言われているため、すべてをバイオマス材 50%のバイオマスプラスチックに再利用すると仮定すると前章の CO_2 排出原単位から単純計算すると、製造工程における CO_2 の放出量は年間約 56 万 t の CO_2 削減効果が見積もれる。
　国内のプラスチックの生産量は年 900 万 t 程であり、量の上限はあるものの、木パレット以外の様々な廃棄されているバイオマス材に対しても、横展開が可能であると考えられる。

　次に価格における市場に浸透性について、プラスチックペレットの価格は性能や個別の契約によって大きく変動するため、確定した値を示すことは難しいが、主に取り扱っているポリプロピレンの場合、１kg あたり 200～600 円のレンジ内の価格で販売されていることが多い。
　それに対して、図３で示す様に、自社で扱うバイオマスプラスチックのペレットの価格は１kg あたり 300～500 円ほどが多いので、おおよそ、そのレンジ内に収まっている。
　また、昨今は石油の価格が急激に高騰しており、月に kg あたり数十円規模の値上がりをしているという話もあるため、価格面では追い風となっている。

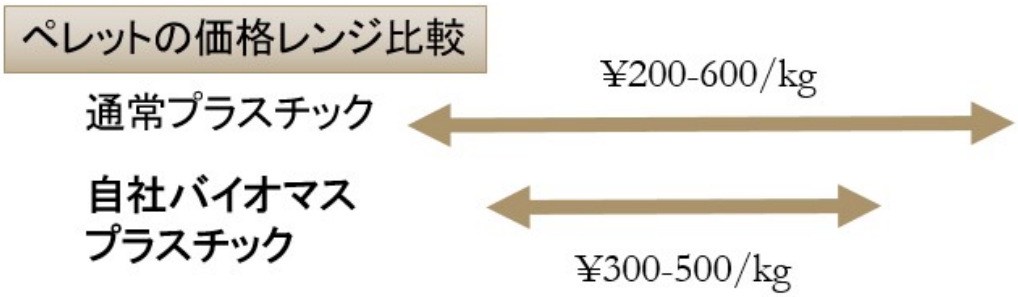

図 3　ペレットの価格レンジの比較

6.　今後の挑戦の方向性

ここまでは現在の事業での取り組みを紹介してきたが、中間発表の際に先生方より、バージンのポリプロピレンを使っているとまだまだ環境負荷は高いというコメントもいただいた。この先はさらに環境負荷低減を求めるにはどの様に事業を展開していけばよいかという点について検討する。

現在バイオマスプラスチックの材料として、バイオマス材と主にバージンのポリプロピレン等のプラスチック原料を使用しているが、より環境負荷を低減するためには、図４に表す様に、現在約半分利用しているプラスチック原料の部分をより環境負荷の少ない原料に変えていく必要があると考えられる。

図 4　環境負荷の低いバイオマスプラスチックを目指すための考え方

先生方にアドバイスをいただいて検討した案としては、

① ポリプロピレンを生分解性のあるポリ乳酸などの原料に置き換える
② ポリプロピレンをバージンではなく再利用のものにする
③ 石油由来でなくより環境負荷の少ないポリプロピレンを活用する

などであるが、①生分解性プラスチックに関してはある程度強度のあるバルクの生分解性プラスチックも出てきているものの、分解し易いという性質があるため、強度を他社との差別化として考えている中で、方向性があっていない様に感じ、今回は検討から除外した。

②については直近でも試しており、強度を出すために配合量の調整は必要なものの、徐々に扱える様になってきている。

今回はあいち環境塾の場であり、現状出来ていることだけではなく、コスト・技術面で今すぐ

には難しいかもしれないが、将来目指していきたい姿を考えたいと考え、③の環境負荷の少ないプラスチックへの置き換えを検討する。

7. メタンから生成したポリプロピレンを利用したバイオマスプラスチック

ここでは農業や産業廃棄物由来のメタンを取り出し、メタン資化菌というメタンの炭素をエネルギー源とする細菌を作用させ、反応性のよいメタノールを生成し、そのメタノールを原料として樹脂を作る方式を検討する。

2022 年のプレスリリース[※3]では、この方式を用いたアメリカのニューライトテクノロジーズ社のカーボンネガティブな樹脂を用いて、住友化学株式会社が自動車産業向けに強度の劣らないカーボンネガティブな PP コンパウンドとして展開していくという内容が発表されている。

今回は CO_2 の回収方法などは株式会社デンソーの CO_2 循環プラント[※4]の構想を意識しながら、それに上記の樹脂製法を組み込み、事業場における新しいバイオマスプラスチックの循環利用のフローを提案する。

ある事業場を想定して、事業場で廃棄される木パレットなどのバイオマス廃棄物をバイオマス原料に、事業場で出る廃棄物由来のメタンや、廃棄される CO_2 をメタネーションすることによって得られるメタンを前章の方式を用いることにより、プラスチック原料としてバイオマスプラスチックペレットを生成する。そしてそのペレットを用いて事業場で用いるヘルメットやパレットなどのプラスチックの消耗品を成形して使う。

モデルを図式化すると以下の図 5 の様な流れとなる。

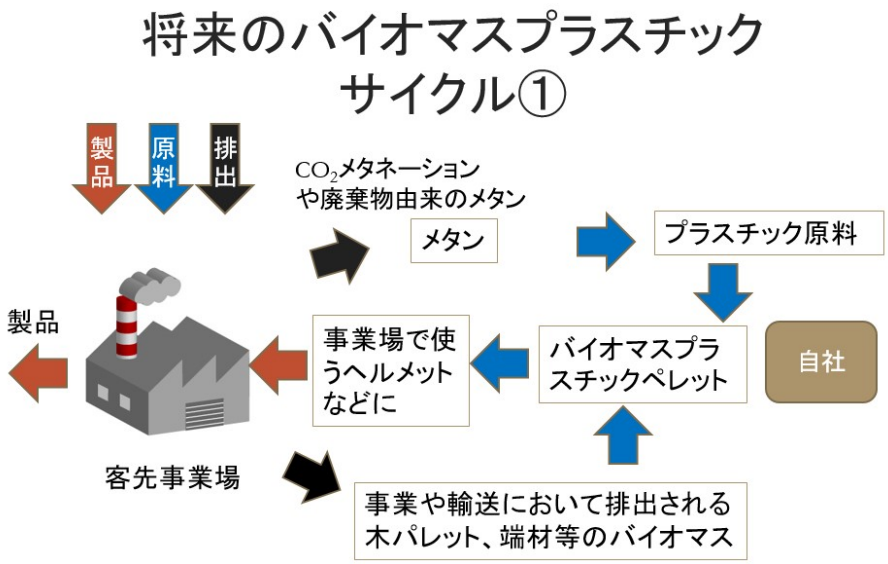

図 5　バイオマスプラスチックのリサイクルフロー①

また、生成したヘルメット等のプラスチック品は定期的に回収して再利用する。
そのフローを下記図 6 に示す。

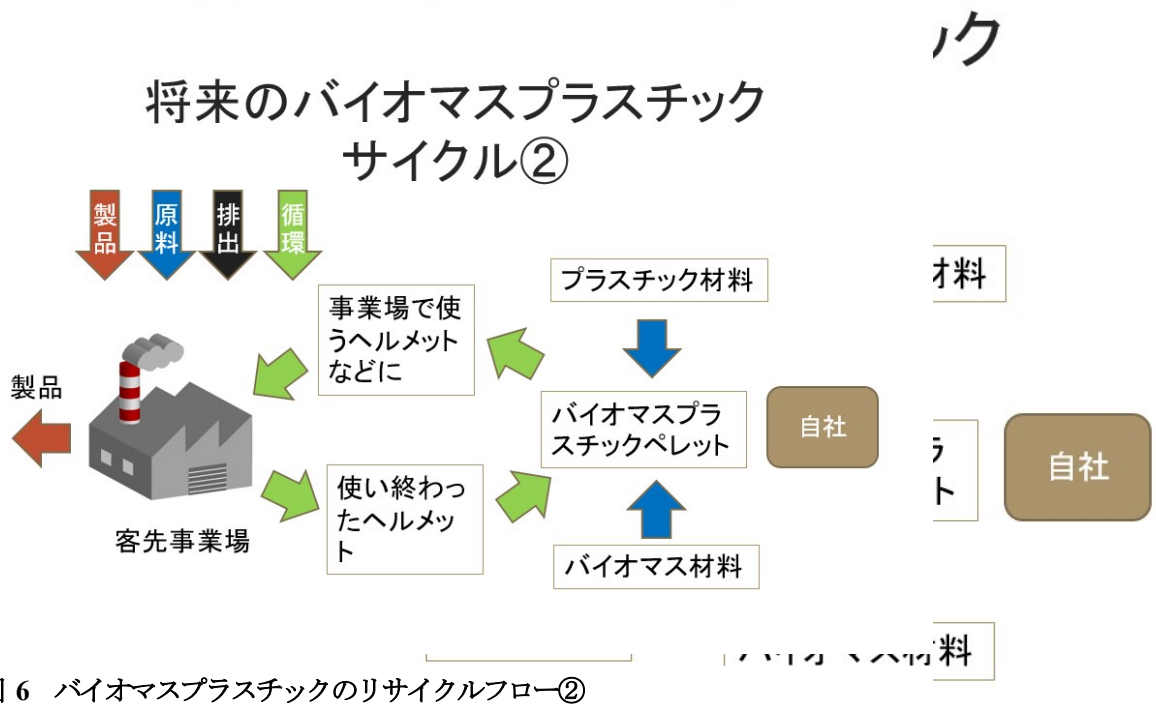

図 6　バイオマスプラスチックのリサイクルフロー②

上記①と②をまとめると以下の図 7 の様なフローとなる。

このフローでは、製造コストの高いメタン由来のプラスチック原料の量をバイオマス材で代替することで、環境負荷が低いまま、プラスチックのコストを下げることが可能となる。

また、事業場で出る廃棄予定のバイオマス材を再利用することも可能であり、廃棄物料の削減にも貢献することが出来ると考えられる。

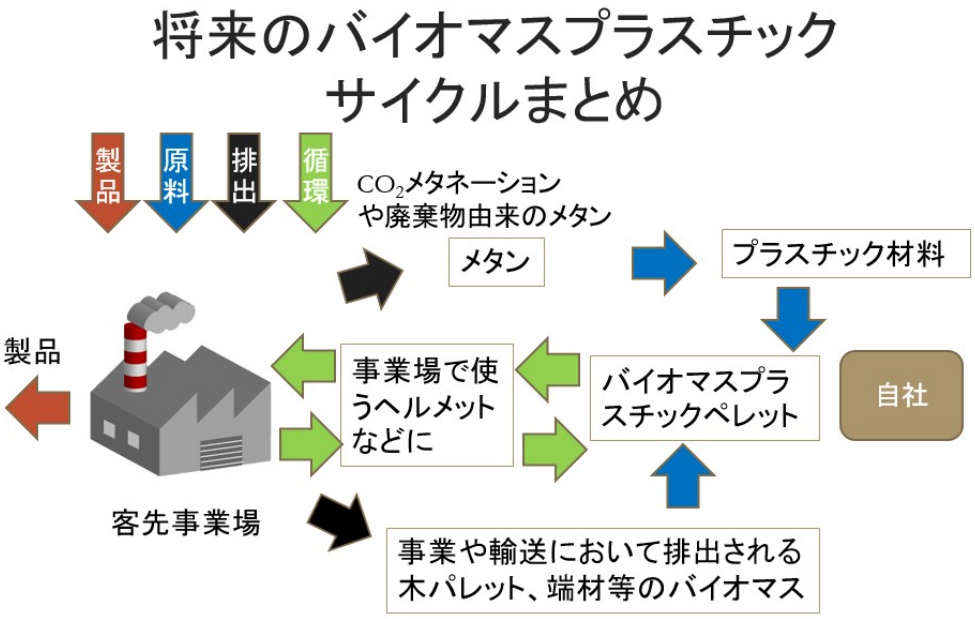

図 7　バイオマスプラスチックのリサイクルフローまとめ

8.　まとめ

各企業にとって、経済と両立した地球温暖化問題への対応が急務である昨今、自社では、あいち環境塾での繋がりをきっかけとして、バイオマスプラスチックの製造、販売の事業に取り組んでいる。

現状のバイオマスプラスチック事業では、プラスチックと概ね同等の強度・価格で、廃棄予定のバイオマス材でプラスチックの代替を行い、CO_2削減や廃棄物削減に貢献が可能である。

CO_2削減効果を今後さらに増やしていくために、配合や再利用のプラスチックを利用する取り組みを進めており、今後改めてCO_2削減効果を評価していく。

現状の技術・コストではまだ実現は難しいものの、将来的にメタン由来のプラスチック等により更に環境負荷の低いバイオマスプラスチックの事業場におけるリサイクルフローが検討出来る。

このフローでは廃棄物由来のメタンや、事業場から出るCO_2、廃棄予定のバイオマス材を回収し、バイオマスプラスチックとして再利用することができる。全量メタン由来のプラスチックを利用する場合と比較して、原料価格を抑えることが出来る他、廃棄予定のバイオマス材を再利用することで、廃棄物削減にも繋がる。

今回のあいち環境塾・中級コースでは、自社の事業についての情報を整理し、関連する情報を調べて自身が発信したことに対して、様々な先生方にアドバイスをいただくことで、学術的な知見を得られただけでなく、広い視野で客観的に事業を見つめることが出来た。

ここで学んだことを糧に、今後もバイオマスプラスチックのペレット事業を通じて、CO_2削減、プラスチック削減で社会に貢献していくことが出来れば幸いである。

9.　最終報告会における議論

(1)会場からの質疑

Q）塗料のついた廃材の扱いが可能なのか？

A）付着している釘など金属類は適宜分離して，リサイクルしている。
塗料については今のところ、処理した実績はない。

Q）バイオプラスチックの普及率はどれくらいか？

A）レジ袋など，柔らかいものには普及しているが、硬度・強度の必要な材には，まだまだ品質的に難しくあまり普及していない。

Q）バイオマス原料を 100%にできない理由は？

A）強度が出せるものを対象にすると，ある程度バージン材の混合も必要だから。
強度に拘らないのであれば、世の中にバイオマス原料 100%のバイオマスプラスチックも既に多く存在している。

Q）単一原料の業者が多い理由とは？

A）強度が出せるものを対象にすると，ある程度バージン材の混合も必要だから。
モノが変わると配合が変わるので，いろんなものを一度に扱うにはハードルが高いから。

Q）コストはどこが効いている？粉砕？脱水？
組み込むバージン材の品質で，かなり変わるのではないのか?
メタネーションで考えると，木材は燃やしちゃった方が効率良いのでは？などもありうる。いずれにせよ，比較となる参考データが重要。

A）原価のデータの内訳を算出は出来ているが、事業にも関わってくるため公の場ではなかなか公表出来ない。またコストの効きどころなど、原材料や配合によっても大きく違うた

め、一律の議論というよりは商品個別の議論となる。ぜひ個別に話しましょう。

(2)窪田アドバイザリー講師からの講評

自身の業の強みを活かした提言で、CO_2の削減効果を具体的に提案している。

考える対象範囲が限定的であり、プラスチックフロー全体で考えた時で分析してほしい。

より広い観点があると，非常に有効的である。

(3)近藤プログラムコーディネーターからの講評

無機系から有機系の材への転換が肝要 である。

回収をどうするかが重要で、買い取りではなく，トレースビリティが重要である。

カスケード的に劣化をどうとらえていくかが重要で、恐らくヘルメットはヘルメットにはリサイクルされず、恐らくもっと強度の不要なものとなる。

【参考文献】

※1 あいちサーキュラーエコノミー推進プラン
https://www.pref.aichi.jp/uploaded/life/394040_1735741_misc.pdf
※2 自社　特許取得済みの粉体化装置
https://www.sahashi-steel.co.jp/dry-e/
※3 友化学株式会社のプレスリリース
https://www.sumitomo-chem.co.jp/news/detail/20220531.html
※4 株式会社デンソーの CO_2 循環プラント
https://monoist.itmedia.co.jp/mn/articles/2209/20/news112.html